

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-335925

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 31/042

B 6 4 G 1/44

H 0 1 L 31/052

Z 9253-3D

H 0 1 L 31/ 04

R

G

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平6-122223

(22) 出願日

平成6年(1994)6月3日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 筒井 謙

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 藤迫 光紀

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

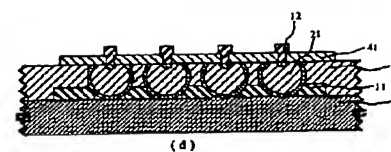
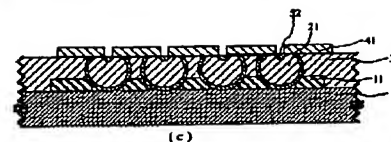
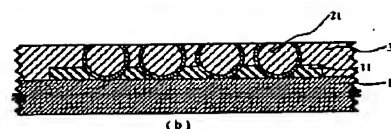
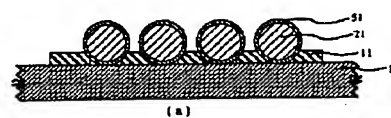
(54) 【発明の名称】 太陽電池

(57) 【要約】

【構成】断面が円形の光発電素子を複数備えた太陽電池において、光発電素子の平均断面半径をRとしたとき、隣り合う光発電素子の断面中心点間の距離を $2.142R \sim 2.828R$ とした。また太陽電池パネルを複数枚用いる場合に、複数枚のパネルの互いの面を90度あるいは270度の角度に開いた。

【効果】発電素子を最充填密度にすることなく十分な発電量を得ることができ、従って配線密度が低く、製作は簡単になり、使用材料も少なくてすむ。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】断面が円形の光発電素子を複数備えた太陽電池において、前記光発電素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う前記光発電素子の断面中心点間の距離が  $2.142R \sim 2.828R$  であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 2】球状の光発電素子を複数備えた太陽電池において、前記光発電素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う前記光発電素子の断面中心点間の距離が  $2.142R \sim 2.828R$  である太陽電池。

【請求項 3】断面が円形の光発電素子を曲面を有した基板上に複数備えた太陽電池において、前記光発電素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う前記光発電素子の断面中心点間の距離が  $2.142R \sim 2.828R$  であって、前記基板の曲面が円周の  $1/4$  以内の面に配置されたことを特徴とする太陽電池。

【請求項 4】断面が円形の線もしくは棒状の光発電素子を複数備えた太陽電池において、前記光発電素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う前記光発電素子の断面中心点間の距離が  $2.142R \sim 2.828R$  であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 5】請求項 1, 2, 3 または 4 に記載の前記太陽電池のパネルを複数枚用いる場合に、複数枚のパネルの互いの光入射面を  $90^\circ$  もしくは  $270^\circ$  の角度に開いた太陽電池。

【請求項 6】請求項 1, 2 または 4 において、前記太陽電池の近傍に光反射効果のある部材により光を反射させ、この反射光を、直接、前記太陽電池の素子に入射する光と合わせ光発電に利用した太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池に係り、特に、断面形状が円形の光発電素子をパネル状にした太陽電池、太陽電池パネルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の粒状光発電素子については特開平 3-76273 号公報にあるように、粒状太陽電池素子が互いに接した充填密度の高いものが知られている。また単一粒状太陽電池素子については特開昭 58-54684 号公報がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は粒状太陽電池素子を複数備えた太陽電池パネルにおいて、

(1) パネルを水平に設置しても垂直に設置しても同様な発電量が得られ、(2) 水平、垂直併用設置での発電量が最大となり、(3) 原料使用量が少なく、配線密度も低くなるように、隣り合う粒状太陽電池素子間の距離を最適化することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】断面が円形状の太陽電池素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う太陽電池素子の断面の円の中心点間の距離を  $2.142R \sim 2.828R$  とした。また複数枚の太陽電池パネルを用いる場合に、複数枚のパネルの互いの光入射面を  $90^\circ$  あるいは  $270^\circ$  の角度に開いた。

## 【0005】

【作用】本発明によれば、2 枚のパネル（パネル A および B）の互いの光入射面を  $90^\circ$  あるいは  $270^\circ$  の角度に開いたことにより、光の入射面の実効面積の和  $S$  は、それぞれのパネルの縦方向の長さを  $L_1$ ,  $L_2$ 、パネルの幅を  $W_1$ ,  $W_2$ 、太陽光の入射仰角を  $\theta$  とすれば、数 1 となる。

## 【0006】

【数 1】  $S = W_1 \cdot L_1 \cdot \cos \theta + W_2 \cdot L_2 \cdot \sin \theta$   
太陽光の入射仰角は  $0^\circ$  から  $90^\circ$  を考えれば良いため、光の入射面の実効面積の和  $S$  は入射仰角  $45^\circ$  で最大となり、 $0^\circ$  および  $90^\circ$  で最小となるがその場合でも  $S$  は  $W_1 \cdot L_1$  あるいは  $W_2 \cdot L_2$  となり、常に相当量の光入射実効面積が確保される。

【0007】ここでは断面が円形の太陽電池素子を粒として説明する。複数枚のパネルの互いの面を  $270^\circ$  の角度に開いた粒状太陽電池でその素子（粒）が透明体の中に形成されているか、あるいは平板上に粒が並んでいる場合を想定すると、生産コストは使用材料が少なく、配線密度が低い方が有利である。すなわち、粒と粒の間隔は大きいほど使用する粒の数は少なくてすむ。また粒と粒との間には配線が必要であるが、粒と粒の間隔が大きいほど配線数は少なくてすむ。また配線面積による光利用面積の減少も抑えることができる。

【0008】しかし、粒と粒の間隔が大き過ぎると、太陽電池素子（粒）以外の部分に光が入射するため発電量の低下を起こすため、粒と粒との間隔は離し過ぎては好ましくない。そこで粒状太陽電池素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、隣り合う太陽電池素子の断面中心点間の距離を  $2.142R$  から  $2.828R$  としたことにより、太陽光を有効に取り込むと同時に、粒状太陽電池素子の間隔を広げることができる。

【0009】すなわち、太陽電池素子の平均断面半径を  $R$  としたとき、太陽光入射仰角  $45^\circ$  において光が全て粒状太陽電池素子に入射するようにパネル A および B の粒と粒との中心点間の最大距離 ( $L_{\max}$ ) を求めると、 $L_{\max} = 2R / (\sin 45^\circ)$ 、すなわち、 $2.828R$  となる。この数値は、太陽光入射仰角  $45^\circ$  で太陽電池パネルを水平設置および垂直設置それぞれにおいて、粒状太陽電池に太陽光が全て入射する場合の、粒と粒との最大間隔である。従って、 $2.828R$  以上に間隔を広げると、太陽電池素子以外の部分に光が入射してしまい、発電効率の低下をきたす。このため粒状太陽電池を水平及び垂直に設置した場合には粒と粒との間隔を  $2.$

828R 以下とすれば太陽光入射仰角45度で最大発電量となる。

【0010】また入射仰角が0度から45度および45度から90度における最小受光面積となるのは、0度と90度の場合であり、その場合でも一方のパネルは最小受光量であるが、もう一方のパネルでは最大受光量となる。このように粒と粒との間隔を2.828R とすれば光利用率の優れた、しかも適度に粒と粒との間隔の開いた太陽電池が得られる。ここで太陽光の入射角度について地軸の傾き分を補正し、粒と粒との適正最小間隔 ( $L_{min}$ ) を求めると、 $L_{min}=2R/(\sin(\text{補正角度}+45^\circ))$ 、すなわち、2.142R となる。なお、ここでの補正角度には回帰線分の24度を使用した。このように太陽電池素子の平均断面半径をRとしたとき、太陽電池素子と素子との間隔を2.142Rから2.828Rの範囲とすることにより、光の利用率に優れた、しかも配線密度が低く作りやすい、さらには原料使用量が少なくコストも低い良好な太陽電池、太陽電池パネルが得られる。

【0011】

【実施例】本発明の一実施例を図1により説明する。先ず基板1上に第一配線11を施した。基板材料としては金属あるいは金属酸化物であっても良い。また配線材料は低抵抗材料であれば良く例えばアルミでよい。配線のピッチは1.414mm とした。この上に半導体例えば球状シリコン21を並べ、同図(a)とした。

【0012】球状シリコンは、半径0.5mm、p型、またその表面には磷を拡散させてn型層51とした。球状シリコンの半径Rと配線ピッチLとの関係は $L=2.828R$ 、すなわち、隣り合うシリコンの中心点間距離を1.414mm とした。この配線ピッチと球状シリコンの中心点間距離とは等しい。次にこれを熱処理し配線とシリコンとをわずかに反応させ電氣的接続を確実なものとするとともに、機械的にも強いものとした。

【0013】次に中間層31として透明な樹脂あるいは透明な金属酸化物、例えばPGMA(ポリグリシジルメタクリレート)を塗り、熱処理により固化させ、これを酸素雰囲気中でのドライエッチング法によって処理し、シリコンの頭頂部を少し出し、引き続きフロンガス雰囲気中でシリコンの頭頂部をエッチングして同図(b)を得た。

【0014】次に保護マスク41としてスピンオンガラス(SOG)を塗布後加熱固化し、通常のホトエッチング法によりシリコンの頭部中央部のみSOGを除去した。さらにジボランと水素の混合雰囲気中でのプラズマ処理によってシリコンに硼素を拡散させてp+層52を形成し、同図(c)を得た。

【0015】次にp+層を電氣的に接続するための第二配線12を施し、同図(d)に示した太陽電池セルを得た。このセルを複数枚並べ、0.5平方mの太陽電池と

した。この太陽電池にはその表面に保護膜を施し、電極配線を必要電圧になるように纏め、光反射防止膜を施すなどをさらに行った。

【0016】この太陽電池を10枚敷き詰めて太陽電池パネルとし、図2に示したようにパネル3枚(S1、S2およびS3)をそれぞれ直角になるように設置した。すなわち、パネル間の光入射面の角度はパネルS1とS2とは270度またパネルS2とS3とは90度とした。晴天時におけるパネル3個の合計発電量を調べた結果、太陽光の仰角によらず一定した発電量を示した。

【0017】本発明の第2の実施例を図3を用いて説明する。太陽電池素子の断面形状が円形の太陽電池の製作方法は実施例と同様にした。従ってここでは太陽電池素子の製作方法については省くことにする。実施例1と異なる点は図3(a)に示したように、球状シリコンによる球状発電素子61の並べ方である。本実施例では半径0.2mmの球状発電素子の中心点間距離を0.4284mm( $L=2.142R$ )としたことである。さらには最近傍のシリコン間の距離を全て同じにしたことである。すなわち図3(b)に示したように、近傍の各球状発電素子の中心点を直線で結んだとき、正三角形の頂点がシリコンの中心となるように配置した。このような配置を取ったことで、パネル正面における太陽光の仰角変化に対して有効のみならず、パネル横方向からの斜め入射光に対しても十分な発電量が確保された。

【0018】本発明の第3の実施例を図4により説明する。基板1上に配線11を施し、さらに半径0.5mmで、その表面には磷を拡散させたn型層51を有したp型線状シリコンよりなる断面が円形の発電素子61をピッチ1.071mm( $L=2.142R$ )にして同図のように並べた。次にこれを熱処理しシリコンと配線とを反応させた。以下、実施例1と同様にして図4に示した太陽電池を作った。図4は太陽電池の構成要素のみを示したものである。本実施例における太陽電池でも先の実施例と同様に優れた発電特性を示した。

【0019】本発明の第4の実施例を図5を用いて説明する。基板1として薄板もしくは機械的に変形可能な材料例えばポリカーボネート、あるいは薄いアルミ板とした。その上に必要に応じて樹脂あるいは塗布ガラスなどの絶縁材料を施しても良い。以下は実施例1と同様にして太陽電池パネルを作製した。球状発電素子(61)の半径は0.2mm、球状発電素子間の距離は0.4284mmとした。本実施例での隣接する球状発電素子間の距離は球状発電素子の半径の2.142倍としたものである。その後、図5にあるように太陽電池基板を円周の1/4の曲面を有する構造体71の上に變形させて設置した。1/4円周上の両最端部分間の太陽電池セルの基板面の光入射面の角度は270度である。本実施例では一枚のパネルで二枚のパネルを270度に設置したと同様な効果が得られた。

【0020】本発明の第5の実施例を図6を用いて説明する。実施例4で作製した太陽電池パネルと実施例1で作製した太陽電池パネルとを組合せ、図6のようにした。すなわち、曲面を有したパネルと垂直及び水平に設置したパネルとを組合せた。球状発電素子(61)の半径は0.4mm、球状発電素子間の距離は0.8568mmとした。本実施例での隣接する球状発電素子間の距離は球状発電素子の半径の2.142倍としたものである。本実施例では第4の実施例より水平面と垂直面とが広くなっており、構造体のコーナを利用した太陽電池システムとして特に良好であった。

【0021】本発明の第6の実施例を図7により説明する。基板1上に発電素子61を備えた太陽電池の製法は実施例1と同様であり省く。球状の太陽電池素子からなる太陽電池の脇に光を反射する反射板M1、M2を設置した。光は直接太陽電池に入射するもの以外に、反射板表面へ入射した反射光を太陽電池に導入するようにした。このような反射板を備えたことにより、入射光の増大による発電量の増加が図れた。この場合、太陽電池へ入射する反射板からの光は全て、基板1に対し垂直には入射せず、ある角度を持って入射する斜め入射である。本太陽電池では、特に斜め方向からの光入射に対しても良好に発電できることは前述した通りであり、本実施例のように斜め入射光を意図的に利用する光学系としたことで、本発明の効果を一層高めることができた。

【0022】太陽電池素子が平面的な場合には、入射光の角度が浅いと発電素子内に十分光が入らず、太陽電池素子表面で反射する光が増加するが、表面が球状の発電素子の場合には、光の入射角によらず発電素子表面形状は球の表面であり、効率良く光吸収がなされる。従って、表面が球状の発電素子を前記したような適当な距離を持って配置したことにより、反射板の無い場合あるいは反射板を有した平滑な太陽電池に比較し、反射板からの反射光を有効に利用し大きな発電量を得ることができた。

【0023】本発明の第7の実施例を図8により説明する。先の第6の実施例では光反射板を意図的に設けたが、本実施例では構造体を光反射板に用いた例を示す。構造体71は屋根板例えば波形あるいは図8にあるよう

な折板の屋根で鋼板防錆処理などが施されたもので良い。このような屋根板の底辺部に球状太陽電池素子からなる太陽電池素子を設置した。本実施例では屋根板である構造体71そのものが光反射板として働くため、反射板を別途作製付加する必要が無い。従って、太陽電池素子は表面が球状の発電素子を前記したような適当な距離を持って配置し、最充填密度としないため、簡単に製造コストの低い太陽電池が実現でき、さらに集光用光反射板も構造体との一体型にしたことでコストの低減が図れた。このような応用は、例えば、自動車道路の防音壁を光反射効果を有した構造体71としても同様である。本実施例でも表面が球状の発電素子を前記したような適当な距離を持って配置し、さらに反射光を利用したことにより、安価で良好な太陽電池を実現できた。

#### 【0024】

【発明の効果】断面が円形的光発電素子を複数備えた太陽電池において、光発電素子の平均断面半径をRとしたとき、隣り合う光発電素子の断面中心点間の距離を2.142Rから2.828Rとしたことにより、発電素子を最充填密度にすることなく十分な発電量を得ることができた。従って、配線密度が低く、製作は簡単になるとともに、使用材料も少なくすむ。また複数の太陽電池パネルの光入射面を90度あるいは270度を開いたことにより、光入射角度の変化に対して発電量の変動を少なくできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す工程の断面図。

【図2】本発明の一実施例を示す断面図。

【図3】本発明の一実施例を示す平面図。

【図4】本発明の一実施例を示す斜視図。

【図5】本発明の第二実施例を示す斜視図。

【図6】本発明の第三実施例を示す断面図。

【図7】本発明の第四実施例を示す断面図。

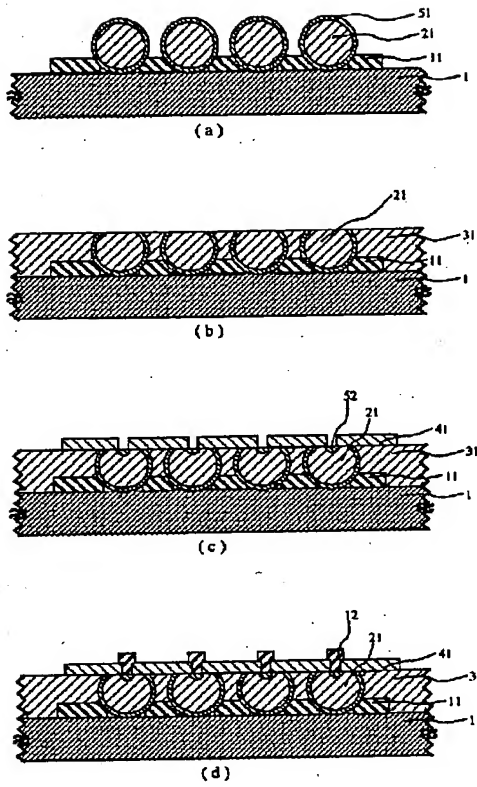
【図8】本発明の第五実施例を示す断面図。

#### 【符号の説明】

1…基板、11…第一配線、12…第二配線、21…球状シリコン、31…中間層、41…保護マスク、51…n型層、52…p+層、61…球状発電素子、71…構造体。

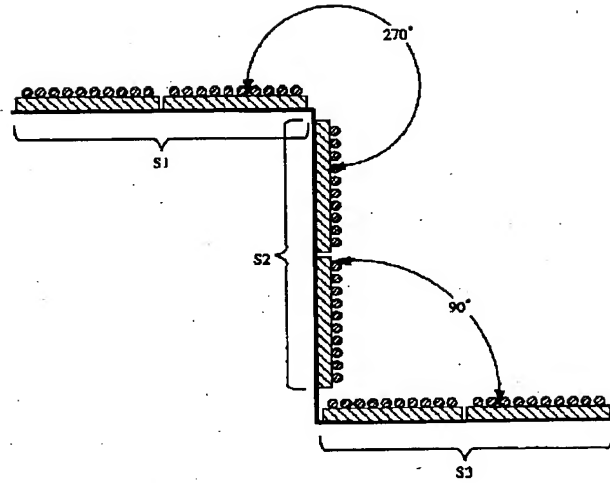
【図 1】

図 1



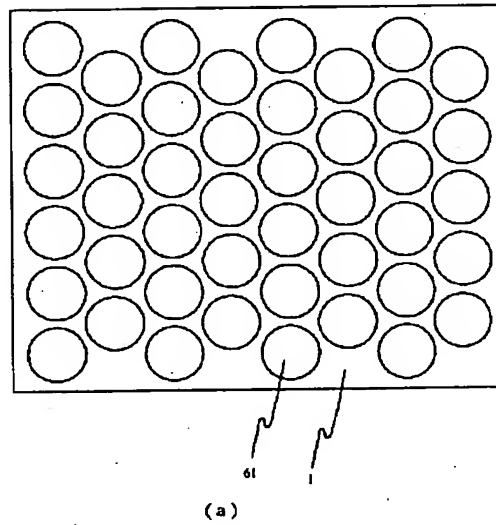
【図 2】

図 2



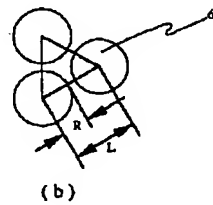
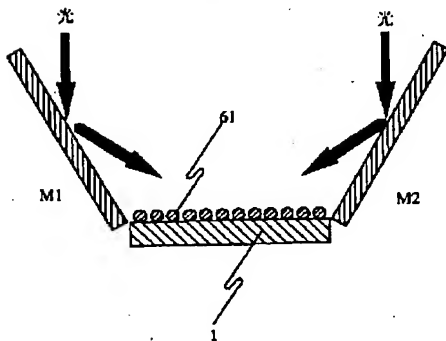
【図 3】

図 3



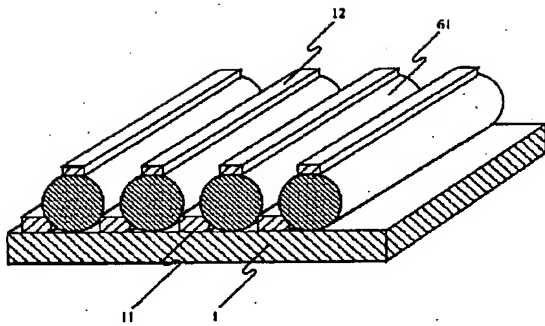
【図 7】

図 7



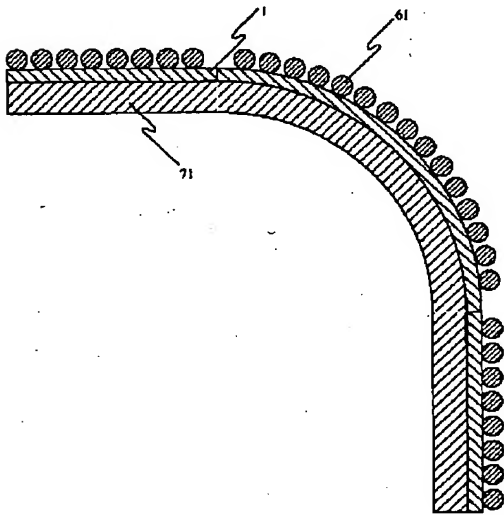
【図4】

図 4



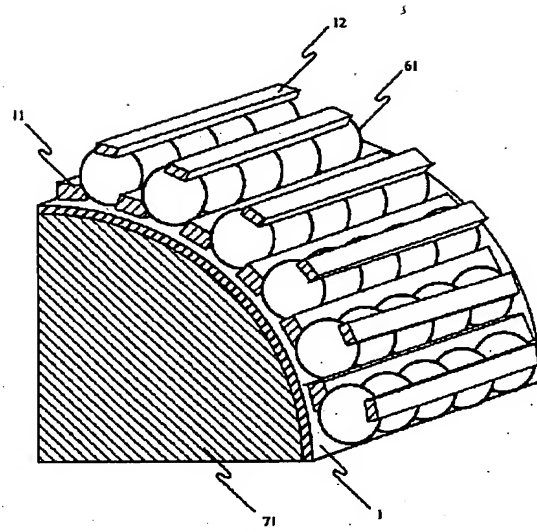
【図6】

図 6



【図5】

図 5



【図8】

図 8

